

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-310455

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

C04B 35/46
C04B 35/495
H01B 3/12
H01G 4/12
H01G 4/40
H01P 1/203
H01P 1/205
H01P 11/00
H03H 7/075

(21)Application number : 10-360397

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 18.12.1998

(72)Inventor : SUGIMOTO YASUTAKA
TAKAGI HIROSHI

(30)Priority

Priority number : 10 63978 Priority date : 27.02.1998 Priority country : JP

(54) DIELECTRIC PORCELAIN COMPOSITION AND CERAMIC ELECTRONIC PART USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a composition having high dielectric constant and Q value and temperature stability and capable of sintering at relatively low temperatures by mixing a BaO-TiO₂-ReO₃/2-Bi₂O₃-based first porcelain composition with a glass composition containing SiO₂, B₂O₃, an alkaline earth oxide and Li₂O at a specific ratio.

SOLUTION: A glass composition comprising 13-50 wt.% SiO₂, 3-30 wt.% B₂O₃, 40-80 wt.% alkali earth oxide and 0.1-10 wt.% Li₂O is used. Rare earth element (Re) can be used alone or in combination. A first porcelain composition preferably comprises xBaO-yTiO₂-zReO₃/2 [$5 \leq x \leq 20$, $52.5 \leq y \leq 70$ and $15 \leq z \leq 42.5$ (mol.%)] as a main component and Bi₂O₃ in an amount of 3-30 wt.% based on 100 pts.wt. main component. The content of the first porcelain composition is preferably 75-95 wt.% and the content of the glass composition is preferably 2-20 wt.%. Although CuO may be contained as a subsidiary component, the content is preferably ≤ 5 wt.%.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.04.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 11-310455

(43) 公開日 平成11年 (1999) 11月9日

| (51) Int. Cl. ⁶ | | | 識別記号 | | F I | |
|----------------------------|--------|-------|------|--|------------------|------------|
| C 0 4 B | 35/46 | | | | C 0 4 B | 35/46 D |
| | 35/495 | | | | H 0 1 B | 3/12 3 0 3 |
| H 0 1 B | 3/12 | 3 0 3 | | | H 0 1 G | 4/12 3 5 8 |
| H 0 1 G | 4/12 | 3 5 8 | | | H 0 1 P | 1/203 |
| | 4/40 | | | | | 1/205 B |
| 審査請求 未請求 請求項の数 9 | | | O L | | (全 1 5 頁) 最終頁に続く | |

(21) 出願番号 特願平10-360397

(22) 出願日 平成10年 (1998) 12月18日

(31) 優先権主張番号 特願平10-63978

(32) 優先日 平10 (1998) 2月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 杉本 安隆

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 鷹木 洋

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 弁理士 岡田 全啓

(54) 【発明の名称】 誘電体磁器組成物およびそれを用いたセラミック電子部品

(57) 【要約】

【課題】 誘電率やQ値が高く、また所望の温度安定性を有し、しかも比較的低温で焼結可能な誘電体磁器組成物を提供する。

【解決手段】 本発明にかかる誘電体磁器組成物は、 $BaO-TiO_2-R_eO_{3/2}-BiO_3$ (但し、 R_e は希土類元素) 系磁器組成物とガラス組成物との混合体からなり、ガラス組成物は、13~50重量%の SiO_2 と、3~30重量%の B_2O_3 と、40~80重量%のアルカリ土類酸化物と、0.1~10重量%以下の Li_2O を含む。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{R}_e\text{O}_{3/2}-\text{Bi}_2\text{O}_3$ （但し、 R_e は希土類元素）系第1磁器組成物とガラス組成物との混合体からなり、

前記ガラス組成物は、13～50重量%の SiO_2 と、3～30重量%の B_2O_3 と、40～80重量%のアルカリ土類酸化物と、0.1～10重量%の Li_2O とを含む、誘電体磁器組成物。

【請求項2】 副成分として、 CuO を含む、請求項1に記載の誘電体磁器組成物。

【請求項3】 前記第1磁器組成物は、 $x\text{BaO}-y\text{TiO}_2-z\text{R}_e\text{O}_{3/2}$ （但し、 x, y, z はモル%であり、 $5 \leq x \leq 20$ 、 $52.5 \leq y \leq 70$ 、 $15 \leq z \leq 42.5$ 、 $x+y+z=100$ ）を主成分として、主成分100重量部に対し、3～30重量%の Bi_2O_3 を含む、請求項1または請求項2に記載の誘電体磁器組成物。

【請求項4】 前記ガラス組成物に含まれるアルカリ土類酸化物は、 SrO 、 CaO および MgO の内から選ばれる少なくとも一種と、 BaO とからなり、かつこれらの比率は、 SrO が35重量%以下、 CaO が35重量%以下、 MgO が20重量%以下、および BaO が40～95重量%の範囲内にある、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の誘電体磁器組成物。

【請求項5】 前記各成分の混合比率は、前記第1磁器組成物が75～95重量%、前記ガラス組成物が2～20重量%、および CuO が5重量%以下である、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の誘電体磁器組成物。

【請求項6】 前記ガラス組成物の前記 Li_2O は0.5～10重量%の範囲内であり、さらに、 TiO_2 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 および $\text{Nd}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ の内から選ばれる少なくとも1種の第2磁器組成物を含む、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の誘電体磁器組成物。

【請求項7】 前記各成分の混合比率は、前記第1磁器組成物が50～98重量%、前記ガラス組成物が2～20重量%、前記第2磁器組成物が30重量%以下、および CuO が3重量%以下である、請求項6に記載の誘電体磁器組成物。

【請求項8】 請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の誘電体磁器組成物を用いた、セラミック電子部品。

【請求項9】 請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の誘電体磁器組成物を用いてLC複合部品とした、セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は誘電体磁器組成物およびそれを用いたセラミック電子部品に関し、特にたとえば、マイクロ波用共振器、フィルタ、積層コンデンサ

等に用いられる誘電体や多層回路基板用セラミック素材として用いられる誘電体磁器組成物およびそれを用いたセラミック電子部品に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、マイクロ波用の共振器やフィルタ等の電子部品の小型化を図るため、空洞共振器を高い誘電率を有するセラミック誘電体に置き換える努力がなされてきた。これは誘電体の誘電率を ϵ とすると、誘電体内部では電磁波の持つ波長が自由空間での波長の $1/\epsilon^{1/2}$ に短縮される効果を利用し、共振器やフィルタ等の小型化を図るものである。ところが、誘電体共振器として使用できる温度係数を持つセラミック誘電体材料の比誘電率 ϵ はこれまでのところ100以下に限定されていて、最近のさらなる小型化の要求には応えられなくなってきた。一方、セラミック誘電体材料の比誘電率 ϵ の値の制約の下でこの要求に応えるために、従来よりマイクロ波回路で知られるLC共振器を用いる方法は有効であり、積層コンデンサや多層基板などで実用化されている積層工法をLC回路の構成に応用すれば、より一層の小型化と高い信頼性を合わせもつ電子部品を作製することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、積層工法によってマイクロ波帯域で高いQ値を持つLC共振器を得るためには、積層コンデンサや多層回路基板に内蔵する内部電極の導電率が高いことが必要とされる。すなわち、誘電体や多層回路基板と同時焼成される内部電極には金、銀または銅などの導電率の高い金属材料を使用することが必要となる。このため、誘電体材料は、高誘電率、高Q値、高温度安定性に加えて融点の低い金属材料からなる内部電極と同時に焼成できる低温焼結材料であることが必要となるが、このような要求をすべて満たす誘電体材料は見出されていない。

【0004】それゆえに、本発明の主たる目的は、誘電率やQ値が高く、また所望の温度安定性を有し、しかも比較的低温で焼結可能な誘電体磁器組成物およびそれを用いたセラミック電子部品を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる誘電体磁器組成物は、 $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{R}_e\text{O}_{3/2}-\text{Bi}_2\text{O}_3$

（但し、 R_e は希土類元素）系第1磁器組成物とガラス組成物との混合体からなり、ガラス組成物は、13～50重量%の SiO_2 と、3～30重量%の B_2O_3 と、40～80重量%のアルカリ土類酸化物と、0.1～10重量%の Li_2O とを含む、誘電体磁器組成物である。なお、希土類元素 R_e としては、 Sc 、 Y 、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd 、 Pm 、 Sm 、 Eu 、 Gd 、 Tb 、 Dy 、 Ho 、 Er 、 Tm 、 Yb および Lu があり、これらを適宜、単独であるいは組み合わせて用いることができる。

【0006】また、本発明にかかる誘電体磁器組成物は、副成分として、CuOを含んでもよい。

【0007】さらに、本発明にかかる誘電体磁器組成物において、第1磁器組成物は、 $x\text{BaO}-y\text{TiO}_2-z\text{ReO}_{3/2}$ （但し、 x, y, z はモル%であり、 $5 \leq x \leq 20$ 、 $52.5 \leq y \leq 70$ 、 $15 \leq z \leq 42.5$ 、 $x+y+z=100$ ）を主成分として、主成分100重量部に対し、3~30重量%の Bi_2O_3 を含むことが好ましい。

【0008】また、本発明にかかる誘電体磁器組成物において、ガラス組成物に含まれるアルカリ土類酸化物は、SrO、CaOおよびMgOの内から選ばれる少なくとも一種と、BaOとからなり、かつこれらの比率は、SrOが35重量%以下、CaOが35重量%以下、MgOが20重量%以下、およびBaOが40~95重量%の範囲にあることが好ましい。

【0009】さらに、本発明にかかる誘電体磁器組成物において、各成分の混合比率は、第1磁器組成物が75~95重量%、ガラス組成物が2~20重量%、およびCuOが5重量%以下であることが好ましい。

【0010】また、本発明にかかる誘電体磁器組成物は、ガラス組成物の Li_2O を0.5~10重量%の範囲内にし、さらに、 TiO_2 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 および $\text{Nd}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ の内から選ばれる少なくとも1種の第2磁器組成物を含んでもよい。その場合において、各成分の混合比率は、第1磁器組成物が50~98重量%、ガラス組成物が2~20重量%、第2磁器組成物が30重量%以下、およびCuOが3重量%以下であることが好ましい。

【0011】また、本発明にかかるセラミック電子部品は、本発明にかかる誘電体磁器組成物を用いた、セラミック電子部品である。さらに、本発明にかかるセラミック電子部品は、本発明にかかる誘電体磁器組成物を用いてLC複合部品とした、セラミック電子部品である。

【0012】上述のように、 $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{ReO}_{3/2}$ （Reは希土類元素）系第1磁器組成物と、 $\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ -アルカリ土類酸化物- Li_2O 系ガラス組成物との混合体で誘電体磁器組成物を構成すると、比抵抗の小さい銀や金あるいは銅のいずれかを主成分とする導体の融点より低い温度で焼結することができる。しかも、高周波域、特にマイクロ波、ミリ波領域において比誘電率が高く、温度安定性に優れた誘電体磁器組成物を得ることができる。また、磁器組成物とガラス組成物との混合物に副成分としてCuOを添加すれば、さらに焼結温度を下げることができ、Q値や誘電率を高くすることができる。さらに、 TiO_2 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 は負の誘電率温度特性を有し、 $\text{Nd}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ は正の誘電率温度特性を有するので、これらを適当な量だけ添加することにより、得られる誘電体磁器組成物ないしセラミック電子部品の誘電率の温度係数を所望の

値に調整することができる。したがって、このような誘電体磁器組成物を用いることにより、金、銀、銅などの比抵抗の小さい内部電極との同時焼成が可能となり、これらの内部電極を内蔵した高周波特性に優れ、望ましい誘電率の温度係数を持った誘電体や多層回路基板などを得ることが可能となる。また、この誘電体磁器組成物を用いれば、積層工法により高Q値をもつLC共振器やLCフィルタ、積層コンデンサなどの電子部品をさらに小型化することが可能になる。

【0013】次に、本発明の組成範囲が好ましいとする理由について説明する。まず、ガラス組成物は、13重量%以上50重量%以下の SiO_2 、3重量%以上30重量%以下の B_2O_3 、40重量%以上80重量%以下のアルカリ土類酸化物（BaO、SrO、CaO、MgO）、0.1重量%以上10重量%以下の Li_2O からなる。これらの内、 SiO_2 は、ガラス組成物全体の50重量%を超えるとガラス組成物の軟化温度が高くなりすぎ、誘電体磁器組成物に添加したとき焼結しない。また、13重量%を下まわると耐湿性に問題が生じる。また、 B_2O_3 は、ガラス粘度を低下させる働きを有し、誘電体磁器組成物の焼結を促す。しかし、30重量%を超えると耐湿性に問題が生じる。また3重量%以下では1000℃以下では焼結しない。

【0014】さらに、アルカリ土類酸化物は、磁器組成物とガラス組成物との反応を促進させガラス組成物の軟化点を下げる働きがある。しかし、ガラス組成物中のアルカリ土類酸化物が40重量%を下回ると焼結性が下がり1000℃以下での焼結が困難になる。一方、80重量%を上回ると耐湿性に問題が生ずる。また、アルカリ土類酸化物中のBaO量が95重量%を上回ると耐湿性に問題が生じ、40重量%を下回ると焼結性が困難となる。さらに、SrO、CaO、MgOの内少なくとも1つを5重量%含まなければ、耐湿性に問題が生ずる。また、 Li_2O はガラスの軟化点を下げる働きをするが、0.1重量%未満では軟化点が高くなりすぎ焼結せず、10重量%を上回ると耐湿性に問題が生じる。さらに、 TiO_2 、 CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 $\text{Nd}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ は、添加量が30重量%を超えると焼結性が悪くなるので、30重量%以下の範囲で添加される。

【0015】次に、主成分の組成範囲について説明する。図1に示すものは、本発明に係る誘電体磁器組成物に用いる磁器組成物の主成分である $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{ReO}_{3/2}$ 系磁器組成物の組成範囲を表した組成図（ Bi_2O_3 :10wt%外添加）である。この $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{ReO}_{3/2}$ 系磁器組成物の組成比は、 $x\text{BaO}-y\text{TiO}_2-z\text{ReO}_{3/2}$ と表したとき、モル%で表す x, y, z が、

$$5 \leq x \leq 20$$

$$52.5 \leq y \leq 70$$

$$15 \leq z \leq 42.5$$

$$x + y + z = 100$$

となる範囲であって、図1の斜線を施した領域内にある。図1に示すA領域にあつては焼結が困難となつて、通常焼結に必要な温度である1400℃になつても多孔質の磁器しか得られなくなる。B領域にあつては温度特性、すなわち多層回路基板の内部に形成されたキャパシタの静電容量の温度変化率がマイナス側に大きくなりすぎる。C領域においては比誘電率が小さくなりすぎるとともに、焼結性も不安定になる。また、D領域にあつては温度変化率がプラス側に大きくなり、比誘電率も下が

【0016】また、本発明にかかる誘電体磁器組成物は、 Bi_2O_3 を含む。 Bi_2O_3 を含有することによって、より安定した特性を有する高周波誘電体磁器組成物が得られ、焼結温度も低下する。しかし、 Bi_2O_3 を30重量%を超えて添加するとQ値が下がってしまう。そこで、 Bi_2O_3 は、図1の斜線を施した組成範囲内にある $\text{BaO}-\text{TiO}_2-\text{R}_2\text{O}_{3/2}$ 系磁器組成物に対し、3重量%以上、30重量%以下の範囲で添加することが好ましい。

【0017】また、ガラス組成物の添加量が2重量%を下回ると焼結が困難になる。逆に20重量%を上回ると耐湿性が低下し、比誘電率が低下する。

【0018】さらに、 CuO も焼結助材として働くが、5重量%を上回ると絶縁抵抗が下がり、Q値が低下し、

誘電率の温度係数が正側に大きくなりすぎる。

【0019】本発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0020】

【発明の実施の形態】（実施例1）最初に磁器組成物を作製した。まず、 BaO と TiO_2 と $\text{R}_2\text{O}_{3/2}$ （ R_2 は希土類元素）のモル比が表1の主成分の欄に示す組成比となるように BaCO_3 、 TiO_2 、 $\text{R}_2\text{O}_{3/2}$ を秤量混合した。次に、 Bi_2O_3 の粉末を表1の副成分の欄に示す組成比（主成分100重量部に対する重量比）となるように混合物中に添加し、十分に混合した後、1150℃で1時間仮焼した。ついで、この仮焼物を粉碎して混合した後、1300℃で焼成した。この焼成物を再び粉碎して、表1に示すように第1磁器組成物としての高周波用磁器組成物S1～S25を作製した。ついで、S1～S25までの各磁器組成物の比誘電率、Q値及び誘電率の温度係数（ppm/℃）を測定した。この測定結果を表1に併せて示す。これらを以下に示す誘電体磁器組成物の調整に用いた。なお、表1において、 $\text{R}_2\text{O}_{3/2}$ の欄には、 R_2 として使用した希土類元素の元素記号を示した。また、 Bi_2O_3 量は、主成分100重量部に対する重量%である。

【0021】

【表1】

| 第1磁器組成物 No. | 主成分組成 (モル比) | | | 副成分 重量比 Bi_2O_3 | 比誘電率 ϵ | Q at 1GHz | 誘電率の温度係数 (ppm/°C) |
|----------------|-------------|------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| | BaO | TiO ₂ | $\text{ReO}_{3/2}$ | | | | |
| S 1 | 13 | 61 | Nd:26 | 15 | 105 | 4000 | +35 |
| S 2 | 15 | 70 | Nd:15 | 15 | 95 | 2000 | -60 |
| S 3 | 20 | 55 | Nd:25 | 15 | 90 | 2500 | -80 |
| S 4 | 5 | 70 | Nd:25 | 15 | 75 | 3000 | -50 |
| S 5 | 5 | 55 | Nd:40 | 15 | 64 | 2000 | +40 |
| S 6 | 20 | 60 | Nd:20 | 15 | 110 | 3000 | -90 |
| S 7 | 10 | 75 | Nd:15 | 15 | 82 | 2500 | -100 |
| S 8 | 2 | 65 | Nd:33 | 15 | 60 | 2000 | +30 |
| S 9 | 10 | 50 | Nd:40 | 10 | 57 | 2000 | +60 |
| S 10 | 13 | 61 | Nd:26 | 0 | 65 | 3500 | -10 |
| S 11 | 13 | 61 | Nd:26 | 3 | 82 | 3800 | -10 |
| S 12 | 13 | 61 | Nd:26 | 30 | 101 | 3000 | +60 |
| S 13 | 13 | 61 | Nd:28 | 35 | 95 | 500 | +80 |
| S 14 | 13 | 65 | Nd:22 | 3 | 79 | 3000 | -5 |
| S 15 | 13 | 60 | Nd:27 | 3 | 65 | 3200 | +30 |
| S 16 | 25 | 60 | Nd:20 | 3 | 79 | 1800 | -90 |
| S 17 | 2 | 5 | Nd:93 | 3 | 39 | 2000 | +50 |
| S 18 | 13 | 61 | La:26 | 15 | 105 | 3000 | 0 |
| S 19 | 13 | 61 | Pr:26 | 15 | 99 | 4000 | -5 |
| S 20 | 13 | 61 | Sm:26 | 15 | 97 | 4500 | +5 |
| S 21 | 13 | 61 | 26 (La/Nd=0.5/0.5) | 15 | 99 | 4000 | 0 |
| S 22 | 13 | 61 | 26 (Pr/Nd=0.25/0.75) | 15 | 99 | 4000 | 0 |
| S 23 | 13 | 65 | 22 (Pr/Nd=0.25/0.75) | 15 | 105 | 3000 | -5 |
| S 24 | 13 | 65 | 22 (Pr/Nd=0.5/0.5) | 15 | 103 | 4000 | +5 |
| S 25 | 13 | 61 | 26 (Sm/Nd=0.5/0.5) | 15 | 96 | 4500 | +10 |
| S 42 | 15 | 75 | Nd:10 | 15 | 85 | 2000 | -120 |

【0022】ガラス組成物に関しては、表2に示す組成比(重量比)になるように、BaO、SrO、CaO、MgO、B₂O₃、SiO₂、Li₂Oをそれぞれ秤量し十分混合した後、1100℃～1400℃の温度で熔融させ、水中投入して急冷後、湿式粉碎してガラス組成物G1～G30をそれぞれ作製した。なお、表2におい

て、Rはアルカリ土類金属を示す。また、RO総量、B₂O₃、SiO₂、Li₂Oの量は、それぞれのガラス組成物中の重量%である。

【0023】

【表2】

| ガラス組成物 No. | アルカリ土類酸化物RO | | | | | B ₂ O ₃ | SiO ₂ | Li ₂ O |
|---------------|-------------|-------------|-----|-----|-----|-------------------------------|------------------|-------------------|
| | RO 総量 | RO中の各成分の重量% | | | | | | |
| | | BaO | SrO | CaO | MgO | | | |
| G 1 | 61 | 82 | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 | 30 | 82 | 11 | 5 | 2 | 29 | 39 | 2 |
| G 3 | 40 | 82 | 11 | 5 | 2 | 25 | 33 | 2 |
| G 4 | 80 | 82 | 11 | 5 | 2 | 5 | 13 | 2 |
| G 5 | 90 | 82 | 11 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 |
| G 6 | 67 | 82 | 11 | 5 | 2 | 1 | 30 | 2 |
| G 7 | 66 | 82 | 11 | 5 | 2 | 3 | 29 | 2 |
| G 8 | 50 | 82 | 11 | 5 | 2 | 30 | 18 | 2 |
| G 9 | 44 | 82 | 11 | 5 | 2 | 40 | 14 | 2 |
| G 1 0 | 70 | 82 | 11 | 5 | 2 | 20 | 8 | 2 |
| G 1 1 | 68 | 82 | 11 | 5 | 2 | 17 | 13 | 2 |
| G 1 2 | 40 | 82 | 11 | 5 | 2 | 8 | 50 | 2 |
| G 1 3 | 30 | 82 | 11 | 5 | 2 | 8 | 60 | 2 |
| G 1 4 | 63 | 82 | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 0 |
| G 1 5 | 62.9 | 82 | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 0.1 |
| G 1 6 | 57 | 82 | 11 | 5 | 2 | 12 | 21 | 10 |
| G 1 7 | 55 | 82 | 11 | 5 | 2 | 11 | 19 | 15 |
| G 1 8 | 61 | 30 | 35 | 25 | 10 | 14 | 23 | 2 |
| G 1 9 | 61 | 40 | 33 | 24 | 3 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 0 | 61 | 95 | 2 | 2 | 1 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 1 | 61 | 100 | 0 | 0 | 0 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 2 | 61 | 85 | 0 | 13 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 3 | 61 | 45 | 35 | 18 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 4 | 61 | 40 | 45 | 13 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 5 | 61 | 85 | 13 | 0 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 6 | 61 | 50 | 12 | 35 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 7 | 61 | 40 | 13 | 45 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 8 | 61 | 83 | 12 | 5 | 0 | 14 | 23 | 2 |
| G 2 9 | 61 | 60 | 15 | 5 | 20 | 14 | 23 | 2 |
| G 3 0 | 61 | 55 | 15 | 5 | 25 | 14 | 23 | 2 |

【0024】次に、磁器組成物S1～S25にそれぞれ表3および表4に示す組成比でG1～G30のガラス組成物およびCuO粉末を加えて十分に混合して調合原料とした。さらにこの調合原料に対して適当量のバインダ、可塑材、溶剤を加え、混練してスラリーを得た。こうして得たスラリーをドクターブレード法により厚さ50μmのシート状に成形し、成形されたセラミックグリーンシートを縦30mm横10mmの大きさにカットして、0.5mmの厚さに圧着した。その後、大気中、9

00℃の温度で1時間焼成し、試料No. 1～67の板状の誘電体磁器組成物を得た。そして、これらの試料について、比誘電率、Q値、誘電率の温度係数(ppm/℃)の各特性について測定した。これらの結果を表3および表4に併せて示す。なお、表3および表4における各成分量は、それぞれの誘電体磁器組成物中の重量%である。また、比誘電率は1MHzで測定した。

【0025】

【表3】

| 試料 No | 第1磁器 組成物 | | ガラス 組成物 | | CuO 量 | 焼成 温度 ℃ | 比誘 電率 ϵ | Q | 誘電率の 温度係数 ppm/℃ | 備 考 |
|----------|-------------|------|------------|----|----------|---------------|------------------------|------|-----------------------|--------|
| | Na | 量 | Na | 量 | | | | | | |
| 1 | S1 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 78 | 3700 | -5 | |
| 2 | S2 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 87 | 1900 | -40 | |
| 3 | S3 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 62 | 2000 | -55 | |
| 4 | S4 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 58 | 2500 | -54 | |
| 5 | S5 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 52 | 1800 | +10 | |
| 6 | S6 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 82 | 2500 | -110 | |
| 7 | S7 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 58 | 1700 | -130 | |
| 8 | S8 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 40 | 1300 | 0 | |
| 9 | S9 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 35 | 1000 | +25 | |
| *10 | S10 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 11 | S11 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 67 | 3000 | -20 | |
| 12 | S12 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 82 | 1500 | +25 | |
| 13 | S13 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 73 | 800 | +40 | |
| *14 | S1 | 88.5 | G2 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 15 | S1 | 88.5 | G3 | 10 | 1.5 | 900 | 69 | 3500 | -15 | |
| 16 | S1 | 88.5 | G4 | 10 | 1.5 | 900 | 78 | 3000 | -20 | |
| *17 | S1 | 88.5 | G5 | 10 | 1.5 | 900 | 80 | 2500 | -30 | 耐湿不良 |
| *18 | S1 | 88.5 | G6 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 19 | S1 | 88.5 | G7 | 10 | 1.5 | 900 | 72 | 4000 | -5 | |
| 20 | S1 | 88.5 | G8 | 10 | 1.5 | 900 | 78 | 2500 | -10 | |
| *21 | S1 | 88.5 | G9 | 10 | 1.5 | 900 | 77 | 2400 | -20 | 耐湿不良 |
| *22 | S1 | 88.5 | G10 | 10 | 1.5 | 900 | 81 | 2100 | -20 | 耐湿不良 |
| 23 | S1 | 88.5 | G11 | 10 | 1.5 | 900 | 79 | 2700 | -10 | |
| 24 | S1 | 88.5 | G12 | 10 | 1.5 | 900 | 75 | 3000 | +5 | |
| *25 | S1 | 88.5 | G13 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| *26 | S1 | 88.5 | G14 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 27 | S1 | 88.5 | G15 | 10 | 1.5 | 900 | 73 | 3800 | +10 | |
| 28 | S1 | 88.5 | G16 | 10 | 1.5 | 900 | 79 | 2800 | -20 | |
| *29 | S1 | 88.5 | G17 | 10 | 1.5 | 900 | 80 | 2000 | -20 | 耐湿不良 |
| 30 | S1 | 88.5 | G18 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 31 | S1 | 88.5 | G19 | 10 | 1.5 | 900 | 69 | 3000 | +15 | |
| 32 | S1 | 88.5 | G20 | 10 | 1.5 | 900 | 80 | 3200 | -10 | |
| 33 | S1 | 88.5 | G21 | 10 | 1.5 | 900 | 81 | 3100 | -5 | 耐湿性不十分 |
| 34 | S1 | 88.5 | G22 | 10 | 1.5 | 900 | 79 | 320 | -5 | |
| 35 | S1 | 88.5 | G23 | 10 | 1.5 | 900 | 70 | 3000 | +15 | |

*印は本発明の範囲外
【0026】

【表4】

| 試料 No | 第1磁器 組成物 | | ガラス 組成物 | | CuO 量 | 焼成 温度 ℃ | 比誘 電率 ϵ | Q | 誘電率の 温度係数 ppm/℃ | 備 考 |
|----------|-------------|------|------------|-----|----------|---------------|------------------------|------|-----------------------|--------|
| | No | 量 | No | 量 | | | | | | |
| 36 | S1 | 88.5 | G24 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 37 | S1 | 88.5 | G25 | 10 | 1.5 | 900 | 77 | 3200 | 0 | |
| 38 | S1 | 88.5 | G26 | 10 | 1.5 | 900 | 68 | 2800 | +20 | |
| 39 | S1 | 88.5 | G27 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 40 | S1 | 88.5 | G28 | 10 | 1.5 | 900 | 79 | 3000 | +5 | |
| 41 | S1 | 88.5 | G29 | 10 | 1.5 | 900 | 63 | 3300 | 0 | |
| 42 | S1 | 88.5 | G30 | 10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 43 | S1 | 90.0 | G1 | 10 | 0 | 900 | 63 | 2000 | +15 | |
| 44 | S1 | 89.8 | G1 | 10 | 0.2 | 900 | 72 | 3000 | +5 | |
| 45 | S1 | 87.0 | G1 | 10 | 3.0 | 900 | 79 | 2400 | -10 | |
| 46 | S1 | 87.0 | G1 | 10 | 5.0 | 900 | 85 | 100 | +210 | |
| 47 | S1 | 97.0 | G1 | 1.5 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 48 | S1 | 95.5 | G1 | 2 | 2.5 | 900 | 82 | 3000 | -50 | |
| 49 | S1 | 78.5 | G1 | 20 | 1.5 | 900 | 55 | 1200 | +30 | |
| 50 | S1 | 68.5 | G1 | 30 | 1.5 | 900 | 43 | 500 | +80 | 耐湿性不十分 |
| 51 | S14 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 52 | 2000 | -5 | |
| 52 | S15 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 46 | 2700 | +85 | |
| 53 | S16 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 58 | 1500 | -110 | |
| 54 | S17 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 25 | 1200 | +45 | |
| 55 | S18 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 80 | 3000 | -20 | |
| 56 | S19 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 77 | 3300 | -15 | |
| 57 | S20 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 75 | 3500 | +15 | |
| 58 | S21 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 78 | 3600 | -10 | |
| 59 | S22 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 77 | 3400 | -15 | |
| 60 | S23 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 82 | 3000 | -10 | |
| 61 | S24 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 81 | 3000 | -5 | |
| 62 | S25 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 78 | 3000 | +5 | |
| 63 | S1 | 90.0 | G4 | 10 | 0 | 900 | 64 | 1300 | -15 | |
| 64 | S1 | 96.0 | G7 | 4 | 0 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 65 | S1 | 87.5 | G12 | 12 | 0.5 | 900 | 66 | 3000 | -10 | |
| 66 | S1 | 87.0 | G16 | 12 | 1.0 | 900 | 73 | 2000 | -10 | |
| 67 | S1 | 88.0 | G4 | 12 | 0 | 900 | 65 | 1300 | -20 | |
| 119 | S42 | 88.5 | G1 | 10 | 1.5 | 900 | 63 | 1000 | -150 | |

*印は本発明の範囲外

【0027】試料No. 1~5、11~12、15、16、19、20、23、24、27、28、31、32、34、35、37、38、40、41、43~45、48、49、51、52、55~63、65~67に示すように、本発明の範囲内であってかつ好ましい組成範囲内の誘電体磁器組成物は、焼成温度を900℃以下にすることができ、また、比誘電率も高いものが得られ、誘電率の温度係数(TCC: ppm/℃)の絶対値 50

も小さく、Q値も高くすることができた。また、試料No. 43、63、67とそれ以外のものとの比較でわかるように、CuOを含有させた場合には、Q値や誘電率を高めることができた。なお、表中において、未焼結とは焼結できないことを意味し、焼結不十分とは本実施例の条件では焼結性が低かったがより適当な条件下では焼結可能であることを意味する。さらに、耐湿性不良とは耐湿性が不良で実用不可であることを意味し、耐湿性不十分とは耐湿性がやや低いものの特定条件下では十分に

実用可能であることを意味する。

【0028】これに対して、試料No. 10、14、17、18、21、22、25、26、29に示すように、本発明の範囲外の誘電体磁器組成物では、焼結できなかったり、焼結できたとしても耐湿性が不良となった。

【0029】なお、副成分として含有するCuOは、上記実施例のように磁器組成物とガラス組成物との混合物にCuO粉末を加えて混合する方法以外に、あらかじめ表3および表4に示す割合となるようにCuOを混合したガラス組成物を作製しておき、それを表3および表4の割合となるよう高周波用磁器組成物に添加しても同様の効果が得られる。

【0030】（実施例2）次に、図2ないし図4を参照しながら、本発明にかかるセラミック電子部品の一実施例について説明する。この実施例では、セラミック電子部品としてLCフィルタ10を製造した。まず、実施例1の表3の試料No. 1に示す磁器組成物を用いて、スラリーを作製し、ドクターブレイドを用いたキャスト
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000
1005
1010
1015
1020
1025
1030
1035
1040
1045
1050
1055
1060
1065
1070
1075
1080
1085
1090
1095
1100
1105
1110
1115
1120
1125
1130
1135
1140
1145
1150
1155
1160
1165
1170
1175
1180
1185
1190
1195
1200
1205
1210
1215
1220
1225
1230
1235
1240
1245
1250
1255
1260
1265
1270
1275
1280
1285
1290
1295
1300
1305
1310
1315
1320
1325
1330
1335
1340
1345
1350
1355
1360
1365
1370
1375
1380
1385
1390
1395
1400
1405
1410
1415
1420
1425
1430
1435
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
1480
1485
1490
1495
1500
1505
1510
1515
1520
1525
1530
1535
1540
1545
1550
1555
1560
1565
1570
1575
1580
1585
1590
1595
1600
1605
1610
1615
1620
1625
1630
1635
1640
1645
1650
1655
1660
1665
1670
1675
1680
1685
1690
1695
1700
1705
1710
1715
1720
1725
1730
1735
1740
1745
1750
1755
1760
1765
1770
1775
1780
1785
1790
1795
1800
1805
1810
1815
1820
1825
1830
1835
1840
1845
1850
1855
1860
1865
1870
1875
1880
1885
1890
1895
1900
1905
1910
1915
1920
1925
1930
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
2065
2070
2075
2080
2085
2090
2095
2100
2105
2110
2115
2120
2125
2130
2135
2140
2145
2150
2155
2160
2165
2170
2175
2180
2185
2190
2195
2200
2205
2210
2215
2220
2225
2230
2235
2240
2245
2250
2255
2260
2265
2270
2275
2280
2285
2290
2295
2300
2305
2310
2315
2320
2325
2330
2335
2340
2345
2350
2355
2360
2365
2370
2375
2380
2385
2390
2395
2400
2405
2410
2415
2420
2425
2430
2435
2440
2445
2450
2455
2460
2465
2470
2475
2480
2485
2490
2495
2500
2505
2510
2515
2520
2525
2530
2535
2540
2545
2550
2555
2560
2565
2570
2575
2580
2585
2590
2595
2600
2605
2610
2615
2620
2625
2630
2635
2640
2645
2650
2655
2660
2665
2670
2675
2680
2685
2690
2695
2700
2705
2710
2715
2720
2725
2730
2735
2740
2745
2750
2755
2760
2765
2770
2775
2780
2785
2790
2795
2800
2805
2810
2815
2820
2825
2830
2835
2840
2845
2850
2855
2860
2865
2870
2875
2880
2885
2890
2895
2900
2905
2910
2915
2920
2925
2930
2935
2940
2945
2950
2955
2960
2965
2970
2975
2980
2985
2990
2995
3000
3005
3010
3015
3020
3025
3030
3035
3040
3045
3050
3055
3060
3065
3070
3075
3080
3085
3090
3095
3100
3105
3110
3115
3120
3125
3130
3135
3140
3145
3150
3155
3160
3165
3170
3175
3180
3185
3190
3195
3200
3205
3210
3215
3220
3225
3230
3235
3240
3245
3250
3255
3260
3265
3270
3275
3280
3285
3290
3295
3300
3305
3310
3315
3320
3325
3330
3335
3340
3345
3350
3355
3360
3365
3370
3375
3380
3385
3390
3395
3400
3405
3410
3415
3420
3425
3430
3435
3440
3445
3450
3455
3460
3465
3470
3475
3480
3485
3490
3495
3500
3505
3510
3515
3520
3525
3530
3535
3540
3545
3550
3555
3560
3565
3570
3575
3580
3585
3590
3595
3600
3605
3610
3615
3620
3625
3630
3635
3640
3645
3650
3655
3660
3665
3670
3675
3680
3685
3690
3695
3700
3705
3710
3715
3720
3725
3730
3735
3740
3745
3750
3755
3760
3765
3770
3775
3780
3785
3790
3795
3800
3805
3810
3815
3820
3825
3830
3835
3840
3845
3850
3855
3860
3865
3870
3875
3880
3885
3890
3895
3900
3905
3910
3915
3920
3925
3930
3935
3940
3945
3950
3955
3960
3965
3970
3975
3980
3985
3990
3995
4000
4005
4010
4015
4020
4025
4030
4035
4040
4045
4050
4055
4060
4065
4070
4075
4080
4085
4090
4095
4100
4105
4110
4115
4120
4125
4130
4135
4140
4145
4150
4155
4160
4165
4170
4175
4180
4185
4190
4195
4200
4205
4210
4215
4220
4225
4230
4235
4240
4245
4250
4255
4260
4265
4270
4275
4280
4285
4290
4295
4300
4305
4310
4315
4320
4325
4330
4335
4340
4345
4350
4355
4360
4365
4370
4375
4380
4385
4390
4395
4400
4405
4410
4415
4420
4425
4430
4435
4440
4445
4450
4455
4460
4465
4470
4475
4480
4485
4490
4495
4500
4505
4510
4515
4520
4525
4530
4535
4540
4545
4550
4555
4560
4565
4570
4575
4580
4585
4590
4595
4600
4605
4610
4615
4620
4625
4630
4635
4640
4645
4650
4655
4660
4665
4670
4675
4680
4685
4690
4695
4700
4705
4710
4715
4720
4725
4730
4735
4740
4745
4750
4755
4760
4765
4770
4775
4780
4785
4790
4795
4800
4805
4810
4815
4820
4825
4830
4835
4840
4845
4850
4855
4860
4865
4870
4875
4880
4885
4890
4895
4900
4905
4910
4915
4920
4925
4930
4935
4940
4945
4950
4955
4960
4965
4970
4975
4980
4985
4990
4995
5000
5005
5010
5015
5020
5025
5030
5035
5040
5045
5050
5055
5060
5065
5070
5075
5080
5085
5090
5095
5100
5105
5110
5115
5120
5125
5130
5135
5140
5145
5150
5155
5160
5165
5170
5175
5180
5185
5190
5195
5200
5205
5210
5215
5220
5225
5230
5235
5240
5245
5250
5255
5260
5265
5270
5275
5280
5285
5290
5295
5300
5305
5310
5315
5320
5325
5330
5335
5340
5345
5350
5355
5360
5365
5370
5375
5380
5385
5390
5395
5400
5405
5410
5415
5420
5425
5430
5435
5440
5445
5450
5455
5460
5465
5470
5475
5480
5485
5490
5495
5500
5505
5510
5515
5520
5525
5530
5535
5540
5545
5550
5555
5560
5565
5570
5575
5580
5585
5590
5595
5600
5605
5610
5615
5620
5625
5630
5635
5640
5645
5650
5655
5660
5665
5670
5675
5680
5685
5690
5695
5700
5705
5710
5715
5720
5725
5730
5735
5740
5745
5750
5755
5760
5765
5770
5775
5780
5785
5790
5795
5800
5805
5810
5815
5820
5825
5830
5835
5840
5845
5850
5855
5860
5865
5870
5875
5880
5885
5890
5895
5900
5905
5910
5915
5920
5925
5930
5935
5940
5945
5950
5955
5960
5965
5970
5975
5980
5985
5990
5995
6000
6005
6010
6015
6020
6025
6030
6035
6040
6045
6050
6055
6060
6065
6070
6075
6080
6085
6090
6095
6100
6105
6110
6115
6120
6125
6130
6135
6140
6145
6150
6155
6160
6165
6170
6175
6180
6185
6190
6195
6200
6205
6210
6215
6220
6225
6230
6235
6240
6245
6250
6255
6260
6265
6270
6275
6280
6285
6290
6295
6300
6305
6310
6315
6320
6325
6330
6335
6340
6345
6350
6355
6360
6365
6370
6375
6380
6385
6390
6395
6400
6405
6410
6415
6420
6425
6430
6435
6440
6445
6450
6455
6460
6465
6470
6475
6480
6485
6490
6495
6500
6505
6510
6515
6520
6525
6530
6535
6540
6545
6550
6555
6560
6565
6570
6575
6580
6585
6590
6595
6600
6605
6610
6615
6620
6625
6630
6635
6640
6645
6650
6655
6660
6665
6670
6675
6680
6685
6690
6695
6700
6705
6710
6715
6720
6725
6730
6735
6740
6745
6750
6755
6760
6765
6770
6775
6780
6785
6790
6795
6800
6805
6810
6815
6820
6825
6830
6835
6840
6845
6850
6855
6860
6865
6870
6875
6880
6885
6890
6895
6900
6905
6910
6915
6920
6925
6930
6935
6940
6945
6950
6955
6960
6965
6970
6975
6980
6985
6990
6995
7000
7005
7010
7015
7020
7025
7030
7035
7040
7045
7050
7055
7060
7065
7070
7075
7080
7085
7090
7095
7100
7105
7110
7115
7120
7125
7130
7135
7140
7145
7150
7155
7160
7165
7170
7175
7180
7185
7190
7195
7200
7205
7210
7215
7220
7225
7230
7235
7240
7245
7250
7255
7260
7265
7270
7275
7280
7285
7290
7295
7300
7305
7310
7315
7320
7325
7330
7335
7340
7345
7350
7355
7360
7365
7370
7375
7380
7385
7390
7395
7400
7405
7410
7415
7420
7425
7430
7435
7440
7445
7450
7455
7460
7465
7470
7475
7480
7485
7490
7495
7500
7505
7510
7515
7520
7525
7530
7535
7540
7545
7550
7555
7560
7565
7570
7575
7580
7585
7590
7595
7600
7605
7610
7615
7620
7625
7630
7635
7640
7645
7650
7655
7660
7665
7670
7675
7680
7685
7690
7695
7700
7705
7710
7715
7720
7725
7730
7735
7740
7745
7750
7755
7760
7765
7770
7775
7780
7785
7790
7795
7800
7805
7810
7815
7820
7825
7830
7835
7840
7845
7850
7855
7860
7865
7870
7875
7880
7885
7890
7895
7900
7905
7910
7915
7920
7925
7930
7935
7940
7945
7950
7955
7960
7965
7970
7975
7980
7985
7990
7995
8000
8005
8010
8015
8020
8025
8030
8035
8040
8045
8050
8055
8060
8065
8070
8075
8080
8085
8090
8095
8100
8105
8110
8115
8120
8125
8130
8135
8140
8145
8150
8155
8160
8165
8170
8175
8180
8185
8190
8195
8200
8205
8210
8215
8220
8225
8230
8235
8240
8245
8250
8255
8260
8265
8270
8275
8280
8285
8290
8295
8300
8305
8310
8315
8320
8325
8330
8335
8340
8345
8350
8355
8360
8365
8370
8375
8380
8385
8390
8395
8400
8405
8410
8415
8420
8425
8430
8435
8440
8445
8450
8455
8460
8465
8470
8475
8480
8485
8490
8495
8500
8505
8510
8515
8520
8525
8530
8535
8540
8545
8550
8555
8560
8565
8570
8575
8580
8585
8590
8595
8600
8605
8610
8615
8620
8625
8630
8635
8640
8645
8650
8655
8660
8665
8670
8675
8680
8685
8690
8695
8700
8705
8710
8715
8720
8725
8730
8735
8740
8745
8750
8755
8760
8765
8770
8775
8780
8785
8790
8795
8800
8805
8810
8815
8820
8825
8830
8835
8840
8845
8850
8855
8860
8865
8870
8875
8880
8885
8890
8895
8900
8905
8910
8915
8920
8925
8930
8935
8940
8945
8950
8955
8960
8965
8970
8975
8980
8985
8990
8995
9000
9005
9010
9015
9020
9025
9030
9035
9040
9045
9050
9055
9060
9065
9070
9075
9080
9085
9090
9095
9100
9105
9110
9115
9120
9125
9130
9135
9140
9145
9150
9155
9160
9165
9170
9175
9180
9185
9190
9195
9200
9205
9210
9215
9220
9225
9230
9235
9240
9245
9250
9255
9260
9265
9270
9275
9280
9285
9290
9295
9300
9305
9310
9315
9320
9325
9330
9335
9340
9345
9350
9355
9360
9365
9370
9375
9380
9385
9390
9395
9400
9405
9410
9415
9420
9425
9430
9435
9440
9445
9450
9455
9460
9465
9470
9475
9480
9485
9490
9495
9500
9505
9510
9515
9520
9525
9530
9535
9540
9545
9550
9555
9560
9565
9570
9575
9580
9585
9590
9595
9600
9605
9610
9615
9620
9625
9630
9635
9640
9645
9650
9655
9660
9665
9670
9675
9680
9685
9690
9695
9700
9705
9710
9715
9720
9725
9730
9735
9740
9745
9750
9755
9760
9765
9770
9775
9780
9785
9790
9795
9800
9805
9810
9815
9820
9825
9830
9835
9840
9845
9850
9855
9860
9865
9870
9875
9880
9885
9890
9895
9900
9905
9910
9915
9920
9925
9930
9935
9940
9945
9950
9955
9960
9965
9970
9975
9980
9985
9990
9995
10000
10005
10010
10015
10020
10025
10030
10035
10040
10045
10050
10055
10060
10065

| 第1磁器組成物 No. | 主成分組成 (モル比) | | | 副成分 重量比 Bi ₂ O ₃ | 比誘電率 ϵ | Q at 1GHz | 誘電率の温度係数 (ppm/°C) |
|----------------|-------------|------------------|-----------------------|----------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| | BaO | TiO ₂ | ReO _{3/2} | | | | |
| S 2 6 | 13 | 61 | Nd:26 | 10 | 105 | 4000 | +35 |
| S 2 7 | 15 | 70 | Nd:15 | 10 | 95 | 2000 | -60 |
| S 2 8 | 15 | 55 | Nd:30 | 10 | 90 | 2500 | -80 |
| S 2 9 | 5 | 70 | Nd:25 | 15 | 75 | 3000 | -50 |
| S 3 0 | 5 | 55 | Nd:40 | 10 | 64 | 2000 | +40 |
| S 3 1 | 20 | 60 | Nd:20 | 10 | 110 | 3000 | -90 |
| S 3 2 | 10 | 75 | Nd:15 | 10 | 82 | 2500 | -100 |
| S 3 3 | 2 | 65 | Nd:33 | 10 | 60 | 2000 | +30 |
| S 3 4 | 10 | 50 | Nd:40 | 10 | 57 | 2000 | +60 |
| S 3 5 | 13 | 61 | Nd:28 | 0 | 65 | 3500 | +40 |
| S 3 6 | 13 | 61 | Nd:26 | 3 | 82 | 3800 | +40 |
| S 3 7 | 13 | 61 | Nd:28 | 20 | 101 | 3000 | -20 |
| S 3 8 | 13 | 61 | Nd:28 | 35 | 95 | 500 | -80 |
| S 3 9 | 13 | 61 | Pr:26 | 10 | 99 | 4000 | -5 |
| S 4 0 | 13 | 61 | Sm:28 | 10 | 97 | 4500 | +5 |
| S 4 1 | 13 | 65 | 22 (Pr/Nd=0.5/0.5) | 10 | 103 | 4000 | +5 |

【0033】ガラス組成物に関しては、表6に示す組成比(重量比)になるように、BaO、SrO、CaO、MgO、B₂O₃、SiO₂、Li₂Oをそれぞれ秤量し十分混合した後、1100℃～1400℃の温度で溶融させ、水中投入して急冷後、湿式粉碎してガラス組成物G31～G44をそれぞれ作製した。なお、表6にお

いて、Rはアルカリ土類金属を示す。また、RO総量、B₂O₃、SiO₂、Li₂Oの量は、それぞれのガラス組成物中の重量%である。

【0034】

【表6】

| ガラス組成物 No. | アルカリ土類酸化物RO | | | | | B ₂ O ₃ | SiO ₂ | Li ₂ O |
|---------------|-------------|-------------|-----|-----|-----|-------------------------------|------------------|-------------------|
| | RO 総量 | RO中の各成分の重量% | | | | | | |
| | | BaO | SrO | CaO | MgO | | | |
| G 3 1 | 61 | 82 | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 2 |
| G 3 2 | 30 | 82 | 11 | 5 | 2 | 29 | 39 | 2 |
| G 3 3 | 40 | 82 | 11 | 5 | 2 | 25 | 33 | 2 |
| G 3 4 | 80 | 82 | 11 | 5 | 2 | 5 | 13 | 2 |
| G 3 5 | 90 | 82 | 11 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 |
| G 3 6 | 67 | 82 | 11 | 5 | 2 | 1 | 30 | 2 |
| G 3 7 | 50 | 82 | 11 | 5 | 2 | 30 | 18 | 2 |
| G 3 8 | 44 | 82 | 11 | 5 | 2 | 40 | 14 | 2 |
| G 3 9 | 40 | 82 | 11 | 5 | 2 | 8 | 50 | 2 |
| G 4 0 | 30 | 82 | 11 | 5 | 2 | 8 | 60 | 2 |
| G 4 1 | 63 | 82 | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 0 |
| G 4 2 | 62.5 | 82 | 11 | 5 | 2 | 14 | 23 | 0.5 |
| G 4 3 | 57 | 82 | 11 | 5 | 2 | 12 | 21 | 10 |
| G 4 4 | 55 | 82 | 11 | 5 | 2 | 11 | 19 | 15 |

【0035】次に、磁器組成物S26～S41に、それぞれ表7および表8に示す組成比（重量比）でG31～G44のガラス組成物およびCuO粉末を加えて十分に混合した。さらに、この混合物に対して副成分（第2磁器組成物）として、表7および表8に示す重量比となるようにTiO₂、CaTiO₃、SrTiO₃、Nd₂Ti₂O₇を加えて十分に混合して調合原料とした。さらにこの調合原料に対して適当量のバインダ、可塑材、溶剤を加え、混練してスラリーを得た。こうして得たスラリーをドクターブレード法により厚さ50μmのシート状に成形し、成形されたセラミックグリーンシートを

縦30mm横10mmの大きさにカットして、0.5mmの厚さに圧着した。この後、大気中、900℃以下の温度で1時間焼成し、試料No. 68～118の板状の誘電体磁器組成物を得た。そして、これらの試料について、比誘電率、Q値、誘電率の温度係数（ppm/℃）の各特性について測定した。これらの結果を表7および表8に併せて示す。なお、表7および表8における各成分量は、それぞれの誘電体磁器組成物中の重量%である。また、比誘電率は1MHzで測定した。

【0036】

【表7】

| 試料 No. | 磁器 組成物 | | ガラス 組成物 | | 副添加物 (第2磁 器組成物) 量 wt% | CuO 量 | 焼成 温度 ℃ | 比誘 電率 ϵ | Q | 誘電率 の温度 係数 ppm/℃ | 備 考 |
|-----------|-----------|------|------------|-----|-------------------------------------------------------|----------|---------------|------------------------|------|---------------------------|-------|
| | Na | 量 | Na | 量 | | | | | | | |
| 68 | S26 | 99.0 | G43 | 0.5 | TiO ₂ :0.1 | 0.4 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 69 | S26 | 97.5 | G43 | 2.0 | TiO ₂ :0.1 | 0.4 | 900 | 90 | 1500 | +10 | |
| 70 | S26 | 88.5 | G31 | 20 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 58 | 1200 | -10 | |
| 71 | S26 | 58.5 | G31 | 30 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 47 | 500 | +20 | |
| 72 | S26 | 80.0 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 0 | 900 | 67 | 2000 | -25 | |
| 73 | S26 | 77.0 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 3.0 | 900 | 85 | 3500 | -50 | |
| 74 | S26 | 75.0 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 5.0 | 900 | 105 | 2000 | -200 | |
| 75 | S26 | 86.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :2 | 1.5 | 900 | 79 | 3700 | -15 | |
| 76 | S26 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 81 | 3800 | -45 | |
| 77 | S26 | 58.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :30 | 1.5 | 900 | 89 | 2800 | -115 | |
| 78 | S26 | 48.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :40 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 79 | S26 | 86.5 | G31 | 10 | CaTiO ₃ :2 | 1.5 | 900 | 82 | 3300 | -35 | |
| 80 | S26 | 58.5 | G31 | 10 | CaTiO ₃ :30 | 1.5 | 900 | 93 | 2300 | -75 | |
| 81 | S26 | 48.5 | G31 | 10 | CaTiO ₃ :40 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 82 | S26 | 86.5 | G31 | 10 | SrTiO ₃ :2 | 1.5 | 900 | 82 | 3200 | -45 | |
| 83 | S26 | 58.5 | G31 | 10 | SrTiO ₃ :30 | 1.5 | 900 | 125 | 1800 | -145 | |
| 84 | S26 | 48.5 | G31 | 10 | SrTiO ₃ :40 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 85 | S26 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ +SrTiO ₃ :5+5 | 1.5 | 900 | 98 | 2500 | -95 | |
| 86 | S26 | 48.5 | G31 | 10 | TiO ₂ +SrTiO ₃ :20+20 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 87 | S26 | 83.5 | G31 | 10 | Nd ₂ Ti ₂ O ₇ :5 | 1.5 | 900 | 75 | 3200 | +5 | |
| 88 | S26 | 78.5 | G31 | 10 | Nd ₂ Ti ₂ O ₇ :10 | 1.5 | 900 | 73 | 2900 | +15 | |
| 89 | S26 | 58.5 | G31 | 10 | Nd ₂ Ti ₂ O ₇ :30 | 1.5 | 900 | 63 | 1800 | +40 | |
| 90 | S26 | 48.5 | G31 | 10 | Nd ₂ Ti ₂ O ₇ :40 | 1.5 | 900 | — | — | — | 焼結不十分 |
| 91 | S27 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 73 | 1700 | -140 | |
| 92 | S28 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 70 | 2000 | -150 | |
| 93 | S29 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 51 | 2500 | -190 | |

*印は本発明の範囲外
【0037】

【表8】

| 試料 No. | 磁器 組成物 | | ガラス 組成物 | | 副添加物 量(第2 磁器組成 物) wt% | CuO 量 | 焼成 温度 ℃ | 比誘 電率 ϵ | Q | 誘電率 の温度 係数 ppm/℃ | 備 考 |
|-----------|-----------|------|------------|----|-----------------------------------|----------|---------------|------------------------|------|---------------------------|------|
| | No. | 量 | No. | 量 | | | | | | | |
| 94 | S30 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 45 | 1100 | -40 | |
| 95 | S31 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 85 | 2000 | -160 | |
| 96 | S32 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 58 | 1800 | -200 | |
| 97 | S33 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 39 | 1000 | -50 | |
| 98 | S34 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 37 | 1000 | -20 | |
| * 99 | S35 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 45 | 2500 | -40 | |
| 100 | S36 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 60 | 3000 | -40 | |
| 101 | S37 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 77 | 2000 | -80 | |
| 102 | S38 | 78.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 70 | 300 | -160 | |
| 103 | S39 | 86.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 75 | 2800 | -80 | |
| 104 | S40 | 58.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 73 | 3000 | -70 | |
| 105 | S41 | 58.5 | G31 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 80 | 2700 | -70 | |
| *106 | S26 | 78.5 | G32 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 107 | S26 | 78.5 | G33 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 75 | 3000 | -30 | |
| 108 | S26 | 78.5 | G34 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 83 | 3600 | -50 | |
| *109 | S26 | 78.5 | G35 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 84 | 3500 | -55 | 耐湿不良 |
| *110 | S26 | 78.5 | G36 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 111 | S26 | 78.5 | G37 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 82 | 3500 | -45 | |
| *112 | S26 | 78.5 | G38 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 83 | 3500 | -50 | 耐湿不良 |
| 113 | S26 | 78.5 | G39 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 78 | 4000 | -40 | |
| *114 | S26 | 78.5 | G40 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| *115 | S26 | 78.5 | G41 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | — | — | — | 未焼結 |
| 116 | S26 | 78.5 | G42 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 76 | 3300 | -40 | |
| 117 | S26 | 78.5 | G43 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 83 | 3500 | -45 | |
| *118 | S26 | 78.5 | G44 | 10 | TiO ₂ :10 | 1.5 | 900 | 84 | 3000 | -50 | 耐湿不良 |

*印は本発明の範囲外

【0038】表7および表8に示すように、本発明の範囲内の試料のうちNo. 69~77、79、80、82、83、85、87~89、91~98、100~105、107、108、111、113、116、117の誘電体磁器組成物は、焼成温度が900℃以下で、比誘電率も高く、Q値も高くすることができた。また、副成分としてのTiO₂、CaTiO₃、SrTiO₃、Nd₂Ti₂O₇の種類と量を調整することにより、誘電率の温度係数(TCC: ppm/℃)を所望の値に調整することができた。

【0039】これに対して、試料No. 106、109、110、112、114、115、118は、表7および表8の備考欄に示す理由で、本発明の範囲外の誘電体磁器組成物となった。

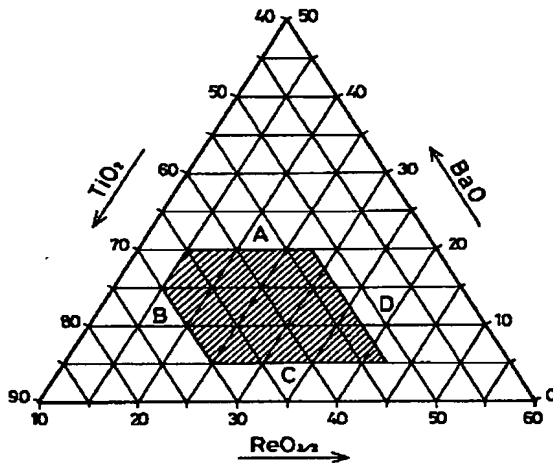
【0040】なお、副成分として含有するCuOは、上記実施例のように磁器組成物とガラス組成物との混合物にCuO粉末を加えて混合する方法以外に、あらかじめ表7および表8に示す割合となるようにCuOを混合したガラス組成物を作製しておき、それを表7および表8に示す割合となるよう高周波用磁器組成物に添加しても同様の効果が得られることを確認した。

【0041】

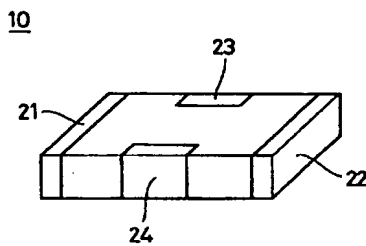
【発明の効果】本発明の誘電体磁器組成物によれば、比抵抗の小さい金、銀、銅のいずれかを主成分とする導体の融点よりも低い温度で焼結することができる。しかも、高周波域、特にマイクロ波、ミリ波領域において比誘電率(ϵ)が高く、誘電率ないし静電容量の温度安定性に優れた誘電体磁器組成物を得ることができる。また、第1磁器組成物とガラス組成物との混合物に副成分

としてCuOを添加すれば、さらに焼結温度を下げる
ことができ、Q値や誘電率を高くすることができる。さら
に、副成分として誘電率の負の温度特性を有する第2磁
器組成物としての TiO_2 、 $CaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、または正の温度特性を有する $Nd_2Ti_2O_7$ を含
ませることにより、誘電体磁器組成物の誘電率の温度係
数を所望の値に調整することができる。従って、このよ
うな誘電体磁器組成物を用いることにより、金、銀、銅
などの比抵抗の低い内部電極と同時焼成が可能となり、
これらの電極を内蔵化した高周波と特性に優れた誘電体
や多層回路基板を得ることが可能になる。また、この誘

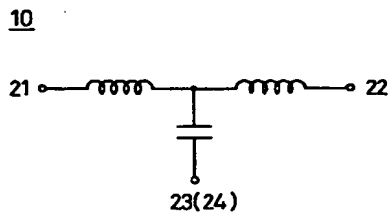
【図1】



【図3】



【図4】



電体磁器組成物を用いれば、積層工法により高誘電率、
高Q値を持つLC共振器やLCフィルタ等の電子部品を
さらに小型化することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

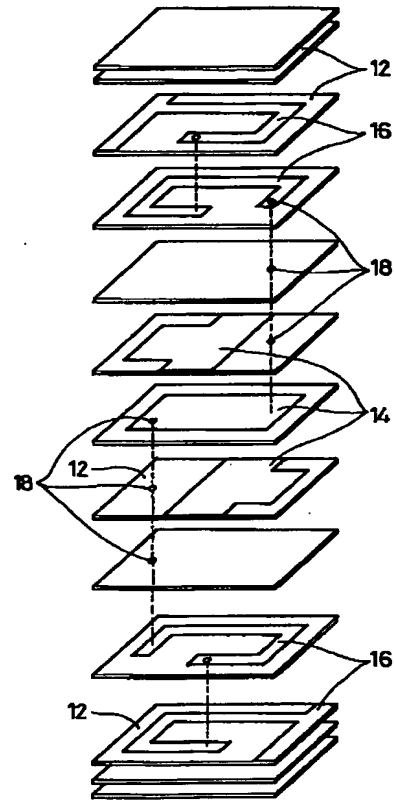
【図1】 $BaO-TiO_2-ReO_{3/2}$ （但し、 Re は希土類元素）系の磁器組成物の三元組成図である。

【図2】本発明にかかるセラミック電子部品の一実施例としてのLCフィルタの分解斜視図である。

【図3】図2に示すLCフィルタの斜視図である。

【図4】図3に示すLCフィルタの等価回路図である。

【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

H 0 1 P 1/203
1/205
11/00
H 0 3 H 7/075

F I

H 0 1 P 11/00
H 0 3 H 7/075
C 0 4 B 35/00
H 0 1 G 4/40

K
A
J
3 2 1 A